

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-125948

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl.

H01L 31/10

(21)Application number : 08-277770

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

(22)Date of filing : 21.10.1996

(72)Inventor : MURAMOTO YOSHIFUMI

FUKANO HIDEKI

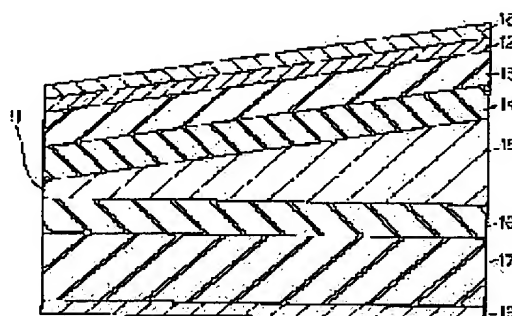
KATO KAZUTOSHI

## (54) SEMICONDUCTOR PHOTODETECTOR AND MASK FOR MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the element breakdown against a high optical incidence power by providing a semiconductor layer for guiding a light to a semiconductor layer acting as an optical absorption layer and gradually reducing the thickness of the optical absorption semiconductor layer toward the light incidence end.

SOLUTION: A semiconductor photodetector comprises a semiconductor layer acting as an optical absorption layer 15 made gradually thin toward a light incidence end face 11. On both opposed sides of the absorption layer 15 optical guide layers 14, 16 are provided for guiding a light. These layers 14, 16 are sandwiched between a first conductivity type semiconductor contact layer 12 with a p-InP layer 13 and second conductivity type semiconductor substrate 17. This provides a high incident light resistance, without sacrifice the photo detecting sensitivity.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-125948

(43)公開日 平成10年(1998)5月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 31/10

識別記号

F I

H 0 1 L 31/10

A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平8-277770

(22)出願日 平成8年(1996)10月21日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 村本 好史

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 深野 秀樹

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 加藤 和利

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

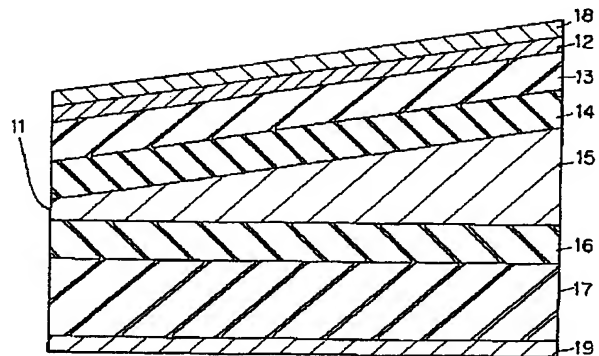
(74)代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 半導体受光素子及びその作製用のマスク

(57)【要約】

【課題】 導波路形の半導体受光素子において大きい光入射パワーに対しても素子破壊の起きにくい高耐入力 of 半導体受光素子を提供する。

【解決手段】 光吸収層15を有する導波路形の半導体受光素子において、光吸収層15の相対向する両側に光ガイド層14、16を設けるとともに、光吸収層15が光入射端面11に向かって徐々に薄くなるように構成することにより、光吸収層15の光入射端面11における光閉じ込め量を小さくして光吸収量を低減したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光吸収層として作用する半導体層を有する導波形の半導体受光素子において、上記半導体層の片側または相対向する両側に光のガイドをするための半導体層を設けるとともに、この半導体層を第1導電形の半導体層と第2導電形の半導体層によって挟んだ構造とし、さらに上記光吸収層として作用する半導体層の層厚を光入射端に向かって徐々に薄くなるように構成したことを特徴とする半導体受光素子。

【請求項2】 【請求項1】の光吸収層として作用する半導体層を作製するための半導体受光素子作製のマスクであって、矩形の凹部を有し、その底部で厚く且つその開口部で薄くなるように上記光吸収層として作用する半導体層を成長させることを特徴とする半導体受光素子作製のマスク。

【請求項3】 【請求項1】の光吸収層として作用する半導体層を作製するための半導体受光素子作製のマスクであって、直線とこれに対して傾斜する傾斜直線とを相対向する辺として有する第1の台形と、同形状の第2の台形とを上記直線同志が平行になるように線対称に配設し、両直線間に上記光吸収層として作用する半導体層を成長させるように構成したことを特徴とする半導体受光素子作製のマスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体受光素子及びその作製のマスクに関し、特に半導体集積デバイスに用いて有用なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来技術に係る導波路形の半導体受光素子を図4に示す。同図において、21は光入射端面、22は $p^+$ -InGaAsコンタクト層、23は $p$ -InP層、24は $p$ -InGaAsPの光ガイド層（バンドギャップ波長：1.3 $\mu$ m）、25はアンドープまたは $n$ -InGaAsの光吸収層、26は $n$ -InGaAsPの光ガイド層（バンドギャップ波長：1.3 $\mu$ m）、27は $n$ -InP基板、28はオーミック $p$ 電極、29はオーミック $n$ 電極である。この半導体受光素子において光吸収層25及び光ガイド層24、26は均一な層厚に構成してある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記半導体受光素子において入射端面21から入射した光は、進行方向に進むにつれ指数関数的に吸収されて減衰していくので、入射端面21での吸収量が最も多い。したがって発生キャリアも入射端面21の近傍で最も多く、入射光量を増大した時、入射端面21で最も吸収量が多くなる。このため

入射光を増大した時、入射端面21の近傍で大量にキャリアが発生し、素子破壊が起きてしまうという問題があった。

【0004】本発明は、上記従来技術に鑑み、導波路形の半導体受光素子において大きい光入射パワーに対しても素子破壊の起きにくい高耐入力半導体受光素子及びその作製のマスクを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は次の点を特徴とする。

【0006】1) 光吸収層として作用する半導体層を有する導波形の半導体受光素子において、上記半導体層の片側または相対向する両側に光のガイドをするための半導体層を設けるとともに、この半導体層を第1導電形の半導体層と第2導電形の半導体層によって挟んだ構造とし、さらに上記光吸収層として作用する半導体層の層厚を光入射端に向かって徐々に薄くなるように構成したこと。

【0007】2) 1)の光吸収層として作用する半導体層を作製するための半導体受光素子作製のマスクであって、矩形の凹部を有し、その底部で厚く且つその開口部で薄くなるように上記光吸収層として作用する半導体層を成長させること。

【0008】3) 1)の光吸収層として作用する半導体層を作製するための半導体受光素子作製のマスクであって、直線とこれに対して傾斜する傾斜直線とを相対向する辺として有する第1の台形と、同形状の第2の台形とを上記直線同志が平行になるように線対称に配設し、両直線間に上記光吸収層として作用する半導体層を成長させるように構成したこと。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。本形態は導波路形の半導体受光素子において、図1に示すように、光吸収層として作用する半導体層である光吸収層15が光入射端面11に向かって徐々に薄くなっていることを特徴とする。従来構造では、光導波路層の光吸収層25（図2参照）の層厚が入射端面21（図2参照）より奥まで均一であり、このため光入射端面21の近傍での光吸収量が最も多くなる結果、この入射端面21における発生キャリア数も最も多く光吸収直後のキャリアに大きな分布があった。本形態では光吸収層15が光導波路方向で均一でなく、入射端面に向かって薄くなっている点が従来構造と異なる。

【0010】光吸収層15の相対向する両側（図1では上下両側）には光のガイドを行うための半導体層である光ガイド層14、16が設けてある。光ガイド層14、16は第1導電形の半導体層であるコンタクト層12及び $p$ -InP層13と第2導電形の半導体層である基板17によって挟んだ構造となっている。コンタクト層1

2及び基板17の表面には電極18、19が設けてある。

【0011】光吸収量は光電界の光吸収層15への閉じ込め量に比例する。このため光吸収層15が薄くなると光閉じ込め量も小さくなり光吸収量が減少する。本形態においては入射端面11に向かって光吸収層15が徐々に薄くなっているため、光の吸収量が光入射端面11で従来に比べ数分の一以下に低減される。この結果光入射端面11の近傍での発生キャリア数は小さく、光吸収直後のキャリアの分布も小さくなり、破壊に至る光入射パワーが著しく向上する。

【0012】また光吸収層15が光入射端面11で薄くなると（例えば0.1 $\mu$ m程度）、導波モードの垂直方向のスポットサイズが小さくなり入射光とのスポットサイズの相違が大きくなるので、結合効率が低下して受光感度が低下するが、上述の如く光ガイド層14、16を設けることにより導波モードの垂直方向のスポットサイズを大きくすることができる。このため受光感度を犠牲にすることなく高い入射光耐性を持たせることができる。

【0013】なお上記実施の形態では光吸収層15の相対向する両側に光ガイド層14、16を設けたが、この光ガイド層14、16は何れか一方であっても良い。この場合も同様の効果を得る。

【0014】＜実施例＞図1に示す半導体受光素子をさらに具体的に説明すると次の通りである。同図において、11は光入射端面、12は0.2 $\mu$ m厚のp<sup>+</sup>-InGaAsコンタクト層、13は0.5 $\mu$ m厚のp-InP層、14は0.6 $\mu$ m厚のp-InGaAsP（バンドギャップ波長：1.3 $\mu$ m）の光ガイド層、15は光入射端面11側で0.1 $\mu$ m厚且つその反対側である光出射端面側で0.5 $\mu$ m厚のアンドープまたはn-InGaAsの光吸収層、16は0.6 $\mu$ m厚のn-InGaAsP（バンドギャップ波長：1.3 $\mu$ m）の光ガイド層、17はn-InP基板、18はオーミックp電極、19はオーミックn電極である。また当該半導体受光素子の幅は10 $\mu$ mで長さは50 $\mu$ mとした。このときn-InP基板17としてp-InP基板を用いても、上記のnとpを逆にすれば同様に製作可能であり、また半絶縁性の基板を用いても同様に製作可能である。さらにGaAs等、他の基板にも同様に適用可能である。また、InGaAsP系以外のInGaAlAs系やAlGaAs系などの材料系や歪を内在するような材料系でも同様の効果がある。

【0015】上記実施例における光吸収層15は、図2に示すような絶縁膜をマスク31としたMOVPE法による選択成長法を用いて形成した。この場合、凹部31aの底部31bの層厚が厚く成長し、この底部31bから離れるにつれ薄くなり、開口部31cで最も薄くなる。かくして光吸収層15の光入射端面11側が薄く反

対側が厚くなるようなテーパ形状とすることができる。

【0016】上述の場合は光吸収層15のみを選択成長法を利用して成長させているが、光吸収層15を含む上記多層半導体層の一部分あるいは全部を選択成長法を利用して成長させても良い。

【0017】選択成長マスクとしては、他にも図3（a）に示すような矩形のものや、図3（b）に示すように2つの台形の間の層厚変化を利用するもの等、種々のものが考えられる。図3（a）に示すマスク40は矩形のエッジ部で最も厚く、エッジ部から離れるにつれ徐々に薄くなる光吸収層15が作製できる。図3（b）に示すマスク50は、直線50cとこれに対して傾斜する傾斜直線50dとを相対向する辺として有する第1の台形50aと、同形状の第2の台形50bとを上記直線50c、50eが平行になるように線対称に配設し、両直線50c、50e間に上記光吸収層15を成長させるように構成したものである。この場合光吸収層15は図3（b）の左側が厚く、右側に行くに連れ薄くなる。

【0018】上記実施例では結晶成長にMOVPE法を用いた例を示したが、それ以外の成長法を用いても同じ効果がある。本発明により製作した半導体受光素子は光入力10mW以上でも素子破壊はおきないが、光吸収層厚25が0.5 $\mu$ m厚で均一の従来技術に係る半導体受光素子では光入力5mW以下で素子破壊が起きた。

【0019】

【発明の効果】以上実施の形態とともに詳細に説明したように本発明は、導波路形の半導体受光素子において、光吸収層が光入射端面に向かって徐々に薄くなっているため、光の吸収量が光入射端面で従来構造のものに比べ数分の1以下に低減される。このため、光入射端面近傍での発生キャリア数も少なく、破壊に至る光入射パワーが著しく向上する。かかる光吸収層は、例えば凹部を有するマスク及び2枚の台形状のマスクを用いることにより容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る半導体光受光素子を概念的に示す説明図である。

【図2】上記実施の形態に係る素子を作製するために用いた選択成長用のマスクを示す説明図である。

【図3】上記実施の形態に係る素子を作製するために用いた選択成長用の他のマスクを示す説明図である。

【図4】従来技術に係る半導体光受光素子を示す説明図である。

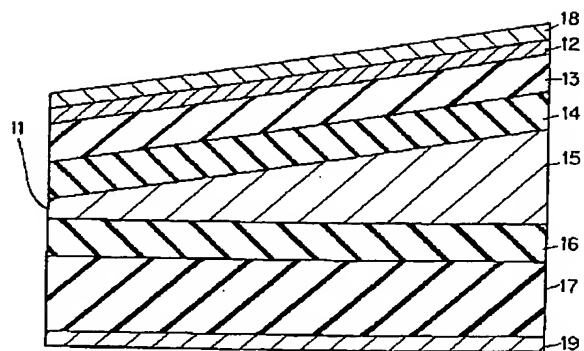
【符号の説明】

- 11 光入射端面
- 12 コンタクト層
- 13 p-InP層
- 14 光ガイド層
- 15 光吸収層
- 16 光ガイド層

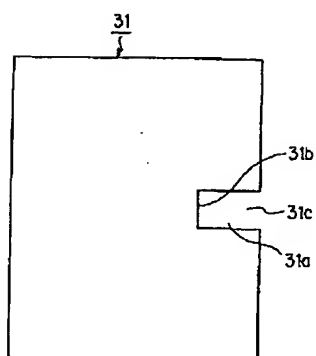
17 基板  
18 電極

19 電極

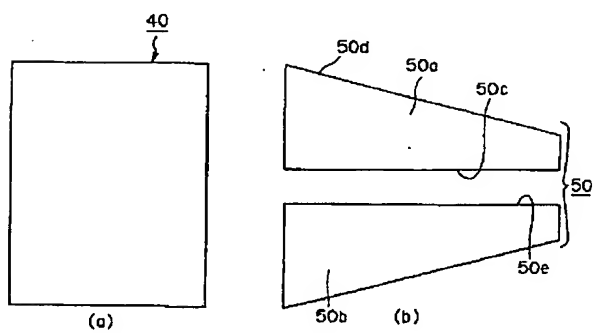
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

